

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-198242
 (43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H01Q 13/20
 H01P 5/12
 H01Q 21/06

(21)Application number : 2001-393375
 (22)Date of filing : 26.12.2001

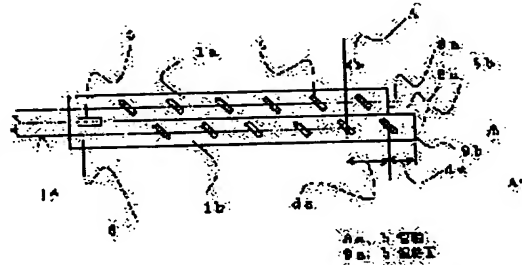
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
 (72)Inventor : ENDO TSUTOMU
 SATO MASATO

(54) SLOTTED WAVEGUIDE ARRAY ANTENNA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a slotted waveguide array antenna which has a plurality of slots arranged on the wall of a waveguide as radiation elements and a compact and simple-structured high efficiency feeder circuit provided in a sub-array of the antenna.

SOLUTION: Two waveguides 1a, 1b, each having a short-circuit plane at one end have slots 4 disposed with spacings equal to approximately the waveguide wavelength on their broadside. The waveguides 1a, 1b are disposed so that the slots 4 on their broadsides with offsets equal to approximately half the waveguide wavelength in the waveguide axes 8a, 8b. A bend 6 is connected to the opposite opening of the waveguide to the short-circuit planes 9a, 9b. A feeder waveguide 5, connected vertically to the common wall to the broadside 3 of the bend 6 wall, is disposed so that the length of its aperture is parallel to the waveguide axes 8a, 8b. Thus it is possible to efficiently distribute power with equal amplitudes and opposite phase to the two waveguides 1a, 1b, in a compact and simple structure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.04.2004
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-198242
(P2003-198242A)

(43) 公開日 平成15年7月11日 (2003.7.11)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 Q 13/20		H 0 1 Q 13/20	5 J 0 2 1
H 0 1 P 5/12		H 0 1 P 5/12	B 5 J 0 4 5
H 0 1 Q 21/06		H 0 1 Q 21/06	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-393375 (P2001-393375)

(22) 出願日 平成13年12月26日 (2001.12.26)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 遠藤 勉

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 佐藤 正人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

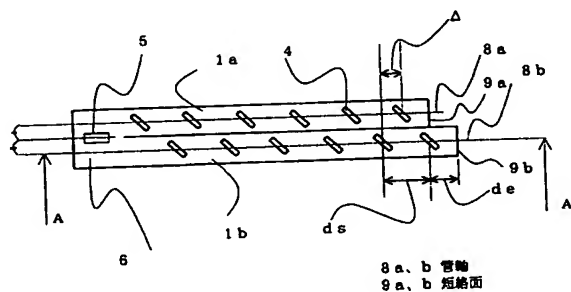
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波管スロットアレーアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 導波管の壁面に複数配列したスロットを放射素子としたアレーアンテナによるサブアレーにおいて、小形でかつ簡単な構造による高効率な給電回路を備えた導波管スロットアレーアンテナを提供すること。

【解決手段】 一方の端を短絡面とした2本の導波管1 a、1 bの広壁面上にスロット4をほぼ管内波長と等しい間隔で配置する。導波管1 a、1 bはそれぞれの広壁面上のスロット4が管軸8 a、8 bの方向に対し管内波長のほぼ半分の長さでオフセットするように配置される。短絡面9 a、9 bとは反対の導波管の開口には曲導波管6が接続される。この曲導波管6の壁面のうち広壁面3と共通の壁面に垂直に接続される給電導波管5はその口部の長手方向が、導波管の管軸8 a、8 bに平行になるように配置される。これにより、小形でかつ簡単な構造で効率よく、2本の導波管1 a、1 bに等振幅、逆位相の電力を分配できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管軸に沿った壁面として、共振長の長さを有する複数のスロットが管内波長に応じた所定間隔で管軸方向に配列された幅の広い第 1 の広壁面、前記第 1 の広壁面に対向する第 2 の広壁面、及び互いに対向する一対の幅の狭い狭壁面をそれぞれ備え、互いに前記狭壁面を接近させて平行配置される 2 本の方形導波管と、前記 2 本の方形導波管それぞれの一方端を相互に連結する曲導波管と、いずれかの前記広壁面と共通の面を形成する前記曲導波管の壁面上に垂直に一方端を接続され他方端を給電回路に接続される給電導波管とを含むサブアレーを少なくとも 1 つ有する導波管スロットアレーアンテナであって、前記給電導波管の前記曲導波管に接続される給電開口は、その長手方向が前記曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、前記各方形導波管の他方端はそれぞれ短絡面で終端され、前記各方形導波管の前記スロットの配列の一方端はそれぞれ、前記短絡面から前記管内波長の $1/2$ に応じた距離に位置し、2 つの前記方形導波管は、それぞれの前記スロットの配列の他方端の前記給電開口からの導波管路長が互いに前記管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように、前記管軸方向に互いにずれて配置されること、を特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【請求項 2】 管軸に沿った壁面として、複数のスロットが管内波長に応じた所定間隔で管軸方向に配列された幅の広い第 1 の広壁面、前記第 1 の広壁面に対向する第 2 の広壁面、及び互いに対向する一対の幅の狭い狭壁面をそれぞれ備え、互いに前記狭壁面を接近させて平行配置される 2 本の方形導波管と、前記 2 本の方形導波管それぞれの一方端を相互に連結する曲導波管と、いずれかの前記広壁面と共通の面を形成する前記曲導波管の壁面上に垂直に一方端を接続され他方端を給電回路に接続される給電導波管とを含むサブアレーを少なくとも 1 つ有する導波管スロットアレーアンテナであって、前記各スロットは、共振長より長い長さを有し、前記給電導波管の前記曲導波管に接続される給電開口は、その長手方向が前記曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、前記各方形導波管の他方端はそれぞれ短絡面で終端され、前記各方形導波管の前記スロットの配列の一方端はそれぞれ、前記短絡面から前記管内波長の $1/2$ より長い距離に位置し、2 つの前記方形導波管は、それぞれの前記スロットの配列の他方端の前記給電開口からの導波管路長が互いに前記管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように、前記管軸方向に互いにずれて配置されること、

を特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の導波管スロットアレーアンテナにおいて、前記各方形導波管の前記曲導波管に接続される前記一方端は、前記広壁面から導波管内部へ向けて立設され、当該一方端における導波管路を前記広壁面に垂直な方向に狭める導体壁を備えることを特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の導波管スロットアレーアンテナにおいて、前記サブアレーを複数備え、前記複数のサブアレーは、前記方形導波管の前記管軸に平行な方向に対して不規則な長さで互いに前後させつつ、前記方形導波管の前記管軸に直交する方向に配列されること、を特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の導波管スロットアレーアンテナにおいて、前記サブアレーは、前記方形導波管及び前記曲導波管が構成する導波管壁面のうち、前記第 1 の広壁面とこれに共通の面とを除く壁面を規定する溝を形成された金属ブロックと、前記方形導波管及び前記曲導波管が構成する導波管壁面のうち、前記第 1 の広壁面とこれに共通する面とを構成し、前記金属ブロックの前記溝を覆う導体パネルと、を接合して構成され、前記金属ブロックは、前記溝の周縁に沿って設けられ、接合剤を注入される接合溝を有し、前記導体パネルは、前記接合溝に対向する位置に前記接合溝と略同一の平面形状に形成されたスリットと、前記スロットを接続されるスロット接続開口と、を有することを特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【請求項 6】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の導波管スロットアレーアンテナにおいて、前記給電導波管の前記曲導波管への接続位置を前記曲導波管内に発生する電界の振幅の最大の位置に合わせることを特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電磁波の電力を分配、合成する導波管分岐回路を有し、導波管管壁上に設けられたスロット列によるアレーアンテナで構成されるサブアレーからなる導波管スロットアレーアンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 16 は、例えば、特開 2000-151263 号公報に記載された従来の導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの導波管分岐回路を示す斜視図である。

【0003】図16(a)において、電力を供給する副導波管41、内面がU字型で外面がコの字型の曲導波管42、及び導波管分岐回路上の天向面43が示されている。図16(b)は、図16(a)に示す構成を天向面43とは反対側見た斜視図であり、この図において、互いの広壁面を接近させて平行に配置された導波管44a、44b、天向面43と対面する曲導波管42のもう一方の面である結合面45、結合面45に対して垂直に副導波管41の一方の口部が曲導波管43に結合する際に副導波管41の口部端に囲まれる長方形の結合窓46、導波管44a、44bの中心軸に平行で、天向面43に垂直で、結合窓46に対して垂直に設けられた整合壁47が示されている。

【0004】次に動作について説明する。副導波管41から供給される電力は、結合窓46を通じて、曲導波管42から導波管44a、44bに供給される。整合壁47は、副導波管41および曲導波管42に対して対称の位置で、結合窓46に対して直交して配置されているため、導波管44a、44bのそれぞれに対して等分配、かつ逆位相で電磁波が供給される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの導波管分岐回路は以上のように構成されているため、曲導波管42内部に設ける整合壁47の高さ、副導波管41の口部の大きさ、結合窓46の大きさ、そして整合壁47、結合窓46と副導波管41の口部との相互の位置関係など、効率よく電力を得るためのパラメータが多く、それぞれの部品の寸法精度の管理といった設計作業が複雑になるという問題があった。

【0006】そして、サブアレーを、サブアレーを構成する導波管の管軸方向に、すなわち、サブアレーの長手方向に直交する方向に複数配列すると、サブアレーの長手方向におけるスロットの配列の周期性が目立ってきて、その周期性によるグレーティングローブが当該長手方向を含む面内に発生するという問題があった。

【0007】そして、サブアレーを、スロットが設けられた蓋部と、導波管路に対応した溝が形成された底部とを部品として、これらをはんだや接着剤のような接合剤による貼り合わせてできる導波管で構成する場合、余分な接合剤が導波管内部にはみ出し、導波管断面の寸法と設計寸法との間に誤差が生じ、特性が劣化するという問題があった。

【0008】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたものであり、簡単な構造で効率よく電力を得ることができるサブアレーで構成される導波管スロットアレーアンテナを実現することを目的としている。また、グレーティングローブが低減された導波管スロットアレーアンテナを実現することを目的としている。さらに、構成部品を貼り合わせて製作する時に、設計され

た寸法が良好に実現される導波管スロットアレーアンテナを実現することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、管軸に沿った壁面として、共振長の長さを有する複数のスロットが管内波長に応じた所定間隔で管軸方向に配列された幅の広い第1の広壁面、前記第1の広壁面に対向する第2の広壁面、及び互いに対向する一対の幅の狭い狭壁面をそれぞれ備え、互いに前記狭壁面を接近させて平行配置される2本の方形導波管と、前記2本の方形導波管それぞれの一方端を相互に連結する曲導波管と、いずれかの前記広壁面と共通の面を形成する前記曲導波管の壁面上に垂直に一方端を接続され他方端を給電回路に接続される給電導波管とを含むサブアレーを少なくとも1つ有する導波管スロットアレーアンテナであって、前記給電導波管の前記曲導波管に接続される給電開口は、その長手方向が前記曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、前記各方形導波管の他方端はそれぞれ短絡面で終端され、前記各方形導波管の前記スロットの配列の一方端はそれぞれ、前記短絡面から前記管内波長の $1/2$ に応じた距離に位置し、2つの前記方形導波管は、それぞれの前記スロットの配列の他方端の前記給電開口からの導波管路長が互いに前記管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように、前記管軸方向に互いにずれて配置されるものである。

【0010】他の本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、管軸に沿った壁面として、複数のスロットが管内波長に応じた所定間隔で管軸方向に配列された幅の広い第1の広壁面、前記第1の広壁面に対向する第2の広壁面、及び互いに対向する一対の幅の狭い狭壁面をそれぞれ備え、互いに前記狭壁面を接近させて平行配置される2本の方形導波管と、前記2本の方形導波管それぞれの一方端を相互に連結する曲導波管と、いずれかの前記広壁面と共通の面を形成する前記曲導波管の壁面上に垂直に一方端を接続され他方端を給電回路に接続される給電導波管とを含むサブアレーを少なくとも1つ有する導波管スロットアレーアンテナであって、前記各スロットは、共振長より長い長さを有し、前記給電導波管の前記曲導波管に接続される給電開口は、その長手方向が前記曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、前記各方形導波管の他方端はそれぞれ短絡面で終端され、前記各方形導波管の前記スロットの配列の一方端はそれぞれ、前記短絡面から前記管内波長の $1/2$ より長い距離に位置し、2つの前記方形導波管は、それぞれの前記スロットの配列の他方端の前記給電開口からの導波管路長が互いに前記管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように、前記管軸方向に互いにずれて配置されるものである。

【0011】他の本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、前記各方形導波管の前記曲導波管に接続され

る前記一方端が、前記広壁面から導波管内部へ向けて立設され、当該一方端における導波管路を前記広壁面に垂直な方向に狭める導体壁を備えるものである。

【0012】また他の本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、前記サブアレーを複数備え、前記複数のサブアレーは、前記方形導波管の前記管軸に平行な方向に対して不規則な長さで互いに前後させつつ、前記方形導波管の前記管軸に直交する方向に配列されるものである。

【0013】さらに他の本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、前記サブアレーが、前記方形導波管及び前記曲導波管が構成する導波管壁面のうち、前記第1の広壁面とこれに共通の面とを除く壁面を規定する溝を形成された金属ブロックと、前記方形導波管及び前記曲導波管が構成する導波管壁面のうち、前記第1の広壁面とこれに共通する面とを構成し、前記金属ブロックの前記溝を覆う導体パネルと、を接合して構成され、前記金属ブロックは、前記溝の周縁に沿って設けられ、接合剤を注入される接合溝を有し、前記導体パネルは、前記接合溝に対向する位置に前記接合溝と略同一の平面形状に形成されたスリットと、前記スロットを接続されるスロット接続開口とを有するものである。

【0014】他の本発明に係る導波管スロットアレーアンテナは、前記給電導波管の前記曲導波管への接続位置を前記曲導波管内に発生する電界の振幅の最大の位置に合わせたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この実施の形態1における導波管スロットアレーアンテナを示す上平面側からみた透視斜視図であり、図2は上記導波管スロットアレーを構成するサブアレーの上面透視図であり、図3は上記サブアレーのA-A'断面図である。図4は、図1における「コ」の字形状の曲導波管周辺の上面透視図であり、図5は上記曲導波管のB-B'断面図である。図6は、図4、図5に示す「コ」の字形状の曲導波管の代わりに、U字形状の曲導波管を用いた場合の周辺の上面透視図である。

【0016】これらの図において、導波管（方形導波管）1a、1b、導波管1a、1bそれぞれの狭壁面2、導波管1a、1bそれぞれの広壁面3、導波管1a、1bそれぞれの広壁面3上に配列されたスロット4、給電導波管5、「コ」の字形状の曲導波管6、サブアレー7、導波管1a、1bそれぞれの管軸8a、8b、導波管1a、1bそれぞれの短絡面9a、9b、スロット4のうち短絡面9bに一番近いスロットからの距離 d_e 、スロット4の素子間隔 d_s 、導波管1a、1bの管軸8a、8b方向のスロットのオフセット長 Δ 、導波管1b内部のA-A'断面における電磁界分布13、導波管1bのA-A'断面における磁界分布14、放射電磁界15、放射電磁界の等位相面16、B-B'断面

におけるそれぞれ導波管1a、1b内部の電界17a、17b、U字形状の曲導波管18が示されている。

【0017】次に、この導波管スロットアレーアンテナの動作について説明する。導波管スロットアレーは2本の導波管1a、1bと、導波管1a、1bの広壁面3上に配列されたスロット4と、給電導波管5と、給電導波管5に広壁面3で接続し、かつ導波管1a、1bの両方に接続する「コ」の字形状の曲導波管6とからなるサブアレー7を複数配列して構成されているので、サブアレー7の動作について説明する。

【0018】図3に示す導波管1bの管軸8bに沿ったA-A'断面に表されるように、導波管1bの一方端部は短絡面9bで終端され、これにより導波管1b内の電界分布13は定在波となる。短絡面9bから最初のスロットまでの距離 d_e を管内波長の半波長にすると、この最初のスロット4の位置は定在波の節になって磁界分布14が極大になる。また、当該最初のスロット4に続く他のスロット4を、それらの素子間隔 d_s を管内波長にほぼ等しくして管軸8b方向に配列すると、それら他のスロットの位置でも磁界分布14が極大となる。つまり、このスロット4の配置により、導波管1bに供給された電力によって効率よく各スロットが励振される。導波管1aにおいてもスロット4は同様に配列され、導波管1aに供給された電力によって効率よく各スロットが励振される。

【0019】一方、短絡面9bから最初のスロットにおいて短絡面9b方向を見たインピーダンスは、スロット4の長さを共振長としているのでスロット4のインピーダンスの実部になる。従って、短絡面9bから遠ざかる方向、すなわち給電側に向かって順次、各スロット4から短絡面9b方向を見たインピーダンスは、当該スロット4より短絡面9b方向にある他のスロット4のインピーダンスの実部が積み上がったものとなる。よって、導波管1bの給電側から見たインピーダンスはスロット4のインピーダンスの実部をスロットの素子数倍したものとなり、実部のみの値になる。給電側の導波管の特性インピーダンスと整合が取れるようにスロット4のインピーダンスの実部及び素子数を選べば良い。これは導波管1aについても同様である。

【0020】次に、サブアレー7を構成する導波管1a、1b上の各スロット4は同相で給電される必要があるが、スロット4を三角配列するために、図2に示したようにスロットのオフセット長 Δ を管内波長のほぼ半分にしてしている。また図4のように給電導波管5を、給電導波管5の広壁面が導波管1a、1bの管軸8a、8bと平行になるようにしてコ字形の曲導波管6の広壁面の導波管1a、1bの管軸8a、8bの中間の位置に垂直に接続する。この構成により、給電導波管5から導波管1aの最初のスロット位置Cまでの距離と、給電導波管5から導波管1bの最初のスロット位置Dまでの距離と

は、管内波長のほぼ半分だけ相違することになる。

【0021】図5に示したB-B'断面及び斜視透視図のように、給電導波管5に給電された電界は、「コ」の字形状の曲導波管6内において、給電導波管5より導波管1a側と導波管1b側とで互いに逆相の電界17a、17bを生じ、そのまま導波管1a、bに供給される。上述のように位置C、Dそれぞれまでの導波管路の長さは互いに管内波長のほぼ半分の長さ相違するので、曲導波管6から同時に逆相で供給された電界は位置C、Dでは互いに同相になる。

【0022】従って、管軸8a、8bが互いに平行で、互いに管内波長のほぼ半分の長さオフセットされた導波管1a、1bの管壁上に管内波長とほぼ等しい間隔で配列された各スロット4により、位相調整用に導波管を追加せずに同相で給電されるサブアレー7が得られるという効果がある。

【0023】そして、曲導波管6に対して給電導波管5が接続される方向は、サブアレー7が配列される方向と直交するので、サブアレー7の配列に影響の少ない給電構成が得られるという効果がある。

【0024】ここで、給電導波管5の接続位置について説明する。

【0025】図7はサブアレー7の等価回路表示である。図において、導波管1a、1bの等価回路表示50、51、曲導波管6の等価回路表示53、給電導波管5の等価回路表示52、曲導波管6の短絡終端54、曲導波管6内部の導波管1a、1bの管軸に平行な方向に沿った電界分布55、給電導波管5の給電端子56が示されている。

【0026】図7のようにサブアレー7は伝送線路による等価回路表示が可能である。曲導波管6内部では導波管1a、1bの管軸に平行な方向に沿った電界分布55のように、短絡終端54のために定在波が生じている。

$$j \frac{B}{Y_0} = j \frac{8(h-d)}{\lambda_r} \ln \left\{ \cos \operatorname{ec} \left(\frac{\pi(h-d)}{2h} \right) \right\} \quad (1)$$

導体壁19aで作られる窓に導波管内の電界が集中するので、導体壁19aを追加することは容量性素子を追加することと等価になり、その大きさは式(1)で示される。従って、この導体壁19aを挿入することで導波管1aの入力インピーダンスの虚部を打ち消して整合を取ることが可能になり、反射特性が改善できるという効果が得られる。これは導波管1bについても同様である。

【0032】なお、実施の形態1と同様に、導波管1a、1b上のスロット4が位相調整用の導波管を追加せずに同相で給電されるという効果が得られる。

【0033】実施の形態3。図10は、この発明の実施の形態3を示す導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの導波管部分を示す上平面図である。ま

給電導波管5を導波管1a、1bの管軸に平行な方向に沿って移動させると、電界分布55に従って得られる電界の強度が異なることがわかる。よって、給電導波管5の曲導波管6への接続位置を最適化することによって給電端子から効率よく電力を得ることが可能になる。すなわち、給電導波管5の接続位置を曲導波管内に発生する電界の振幅の最大の位置に合わせることで、給電端子から効率よく電力を得ることができる。

【0027】なお、「コ」の字形状の曲導波管6に代えて、曲げ部分を緩やかにしたU字形状の曲導波管を採用しても同様な効果が得られる。

【0028】実施の形態2。図8は、この発明の実施の形態2を示す導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの斜視透視図であり、図9は導波管と「コ」の字形状の曲導波管との接続部における断面図である。この実施の形態2は、導波管1a及び1bとコの字形状曲げ導波管6との接続部の間に、それぞれ導体壁19a、19bを設けるものである。

【0029】なお、この実施の形態2における導波管スロットアレーアンテナを示す上平面透視図及び上記導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの上面透視図及び上記サブアレーのA-A'断面図は、図3と同様であり、図8に示す曲導波管周辺の上面透視図及び上記曲導波管のB-B'断面図はそれぞれ図4、図5と同様である。

【0030】以上説明したように、この実施の形態2による導波管スロットアレーアンテナによれば、図9に示した導体壁19aは、導波管1aに対して、導波管1aの特性アドミタンスを Y_0 、管内波長を λ_g 、導体壁の高さを d 、狭壁面の高さを h とすると、以下の式で表される規格化された等価サセプタンスを与える。

【0031】

【数1】

た、図11は、スロット長とスロット一個当りのインピーダンスの関係図である。この実施の形態3は、導波管22の管壁上に共振長より長いスロット23を配列したものである。本実施の形態での素子間隔 d_s は管内波長にほぼ等しい。導波管22の一方端は短絡面25で終端される。また、ここで、 d_e はスロット23のうち短絡面25に一番近いスロットと短絡面25との距離であり、 d_p はスロット23のうち給電側に一番近いスロットと給電側との距離である。また、図10には、給電側から見たインピーダンスの基準面28が示されている。図11において、横軸は上記スロット23のスロット長を、縦軸は上記スロット23、一個当りのインピーダンスの実部、及び虚部の大きさを示す。実線はインピーダ

ンスの実部を、点線はインピーダンスの虚部を示す。

【0034】なお、この実施の形態3における導波管スロットアレーアンテナを示す上平面側から見た透視斜視図、及び導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの上面透視図はそれぞれ図1、図2と同様であり、曲導波管周辺の上面透視図、及び曲導波管のB-B'断面図は図4、図5と同様である。

【0035】図11において、上記スロット23は、共振長 l_0 では虚部が0になる。そして、実部が極大値となる。従って、ここでスロット長がわずかに変化するとインピーダンスは実部、虚部とも大きく変化する。それ

$$Z_{in} = j \tan \frac{2\pi}{\lambda_g} d_e$$

従って、 d_e が管内波長の半分の場合、規格化インピーダンスは0になり、半波長より短いとその成分は負の値を、長くなるとその成分は正の値を示す。 d_e の長さを管内波長の半分より長くして適当に選ぶことによって、給電側から見たインピーダンスのリアクタンス成分を打ち消し、導波管22でインピーダンス整合をとることができる。

【0037】すなわち、寸法誤差に対してインピーダンスの変化の少ないスロットからなり、簡単な構造でインピーダンス整合が可能なサブアレーを得ることができるという効果がある。

【0038】実施の形態4、図12は、この発明の実施の形態4を示す導波管スロットアレーアンテナの上平面透視図である。

【0039】なお、この実施の形態4における導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの上面透視図及びサブアレーのA-A'断面図はそれぞれ図2、図3と同様であり、曲導波管周辺の上面透視図及び曲導波管のB-B'断面図はそれぞれ図4、図5と同様である。

【0040】次に動作原理を説明する。実施の形態1～4のいずれかと同様な原理でサブアレー29a～dは励振される。サブアレーごとの単位では、スロット30は三角配列されている。図上において上下方向、つまり導波管の管軸方向にサブアレー29a～dを不規則にずらして配置すると、各導波管のスロットの配列の管軸方向の規則性が崩れ、管軸方向のグレーティングローレベルを低減できるという効果がある。

【0041】実施の形態5、図13は、この発明の実施の形態5を示す導波管スロットアレーアンテナの上平面図であり、図14は導体板接合前の図13のA-A'断面を表した斜視図であり、図15は導体板接合後の図13のA-A'断面を表した斜視図である。

【0042】なお、この実施の形態5における導波管スロットアレーアンテナを示す上平面側から見た透視斜視図、導波管スロットアレーアンテナを構成するサブア

レは誘導性を示す。この時、スロット長がわずかに変化しても、共振長 l_0 のときに比べて、インピーダンスの実部及び虚部の変化は少ない。図11では、スロット長はそれぞれ共振長より長く、給電側から見たインピーダンスは、リアクタンス成分が負になる。一方、短絡面25に一番近いスロットから見た規格化インピーダンスは導波管内部の損失が非常に小さいと仮定すればリアクタンス成分のみで表され、以下の式で表すことができる。

【0036】

【数2】

(2)

一の上面透視図、及びサブアレーのA-A'断面図はそれぞれ図1～図3と同様であり、曲導波管周辺の上面透視図、及び曲導波管のB-B'断面図はそれぞれ図4、図5と同様である。

【0043】図13～図15において、切り欠き31、導波管スロットアレーを構成するすべてのサブアレーのスロットに対応する切り欠き31を設けた導体板（導体パネル）32、切り欠き31が配列された一つの広壁面とする導波管33、導波管33の管壁形状にほぼ相当し導体板32に設けられたスリット34、導波管33の2つの狭壁面35a、35b、切り欠き31が設けられた広壁面以外のもう1つの広壁面36、2つの狭壁面35a、35bと広壁面36とで構成される溝37、溝37をサブアレーの配列に対応するように彫り込んだ金属ブロック38、スリット34と金属ブロック38に設けられた溝37とが一致するように導体板32と金属ブロック38とを接合する接合剤39、溝37の周囲に設けられて接合剤39が注入される接合溝40が示されている。

【0044】図14に示したように、導体板32を金属ブロック38に接合するために接合溝40に接合剤39を注入する。ここで、接合剤39の特性として、例えば、導電性接着剤やハンダのように、接合前に粘性があり、接合後は硬化し、かつ、導電性を備えており、導波管を構成可能にするものである必要がある。そのため、接合後まもなくは接合剤39は、粘性を備えており、接合のために導体板32側から圧迫すると、接合剤39のうち、接合に必要な量を超えた一部はスリット34から染み出す。よって、溝37側に接合剤39が染み出すことが抑制され、導波管33の断面形状と設計寸法との誤差を少なくできるので精度のよい導波管を構成することができるという効果がある。

【0045】

【発明の効果】第1の発明によれば、給電導波管の曲導波管に接続される給電開口が、その長手方向が曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、各方形導波管の

他方端がそれぞれ短絡面で終端され、各方形導波管のスロットの配列の一方端がそれぞれ、短絡面から管内波長の $1/2$ に応じた距離に位置し、2つの方形導波管が、それぞれのスロットの配列の他方端の給電開口からの導波管路長が互いに管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように管軸方向に互いにずれて配置されることにより、位相調整用の導波管を追加せずにスロットが同相で給電され、効率よく電力を得ることができるという効果が得られる。

【0046】また、第2の発明によれば、各スロットが共振長より長い長さを有し、給電導波管の曲導波管に接続される給電開口が、その長手方向が曲導波管の管軸方向に直交するように配置され、各方形導波管の他方端がそれぞれ短絡面で終端され、各方形導波管のスロットの配列の一方端がそれぞれ、短絡面から前記管内波長の $1/2$ より長い距離に位置し、2つの方形導波管が、それぞれのスロットの配列の他方端の給電開口からの導波管路長が互いに管内波長の $1/2$ に応じた長さだけ相違するように、管軸方向に互いにずれて配置されることにより、寸法誤差に対してインピーダンスの変化が少ない高効率な導波管スロットアレーアンテナを得ることができるという効果もある。

【0047】また、第3の発明によれば、各方形導波管の曲導波管に接続される一方端が、広壁面から導波管内部へ向けて立設され、当該一方端における導波管路を広壁面に垂直な方向に狭める導体壁を備えることにより、反射特性を改善できるという効果も得られる。

【0048】また、第4の発明によれば、サブアレーを複数備え、複数のサブアレーが、方形導波管の管軸に平行な方向に対して不規則な長さで互いに前後させつつ、方形導波管の管軸に直交する方向に配列されることにより、グレーティングロブレベルを低減した導波管スロットアレーアンテナを得ることができるという効果もある。

【0049】また、第5の発明によれば、サブアレーが、方形導波管及び曲導波管が構成する導波管壁面のうち、第1の広壁面とこれに共通の面とを除く壁面を規定する溝を形成された金属ブロックと、方形導波管及び曲導波管が構成する導波管壁面のうち、第1の広壁面とこれに共通する面とを構成し、金属ブロックの溝を覆う導体パネルとを接合して構成され、金属ブロックが、溝の周縁に沿って設けられ接合剤を注入される接合溝を有し、導体パネルが、接合溝に対向する位置に接合溝と略同一の平面形状に形成されたスリットと、スロットを接続されるスロット接続開口とを有することで、余った接合剤を導波管内部以外に逃がすことができ、設計寸法との誤差が少ない、精度良い導波管を実現できるという効

果もある。

【0050】また、第6の発明によれば、給電導波管の曲導波管への接続位置を曲導波管内に発生する電界の振幅の最大の位置に合わせることで、効率よく電力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1における導波管スロットアレーアンテナを示す上平面側からみた透視斜視図である。

【図2】 導波管スロットアレーを構成するサブアレーの上面透視図である。

【図3】 図2に示すサブアレーのA-A'断面図である。

【図4】 図1における曲導波管周辺の上面透視図である。

【図5】 曲導波管のB-B'断面図である。

【図6】 U形状の曲導波管の上面透視図である。

【図7】 サブアレーの等価回路表示図である。

【図8】 発明の実施の形態2を示す導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの斜視透視図である。

【図9】 導波管と曲導波管との接続部における断面図である。

【図10】 発明の実施の形態3を示す導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの導波管部分を示す上平面図である。

【図11】 スロット長とスロット一個当りのインピーダンスとの関係図である。

【図12】 発明の実施の形態4を示す導波管スロットアレーアンテナの上平面透視図である。

【図13】 発明の実施の形態5を示す導波管スロットアレーアンテナの上平面図である。

【図14】 導体板接合前の図13のA-A'断面を表した斜視図である。

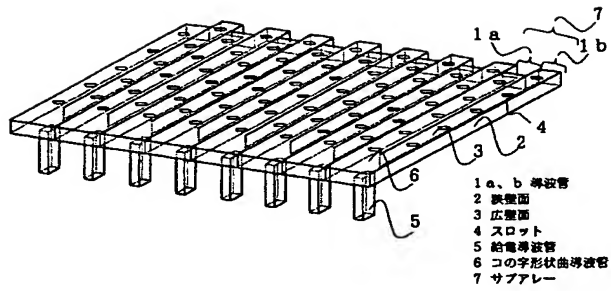
【図15】 導体板接合後の図13のA-A'断面を表した斜視図である。

【図16】 特開2000-151263号公報に記載された従来の導波管スロットアレーアンテナを構成するサブアレーの導波管分岐回路を示す斜視図である。

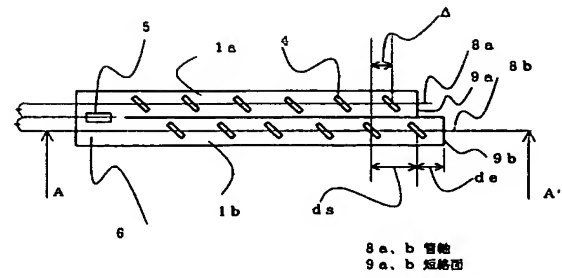
【符号の説明】

1 a, 1 b, 2 2, 3 3 導波管、2, 3 5 a, 3 5 b 狭壁面、3, 3 6 広壁面、4, 2 3, 3 0 スロット、5 給電導波管、6, 1 8 曲導波管、7, 2 9 a, 2 9 b, 2 9 c, 2 9 d サブアレー、8 a, 8 b 管軸、9 a, 9 b, 2 5 短絡面、1 9 a, 1 9 b 導体壁、3 1 切り欠き、3 2 導体板、3 4 スリット、3 7 溝、3 8 金属ブロック、3 9 接合剤、4 0 接合溝。

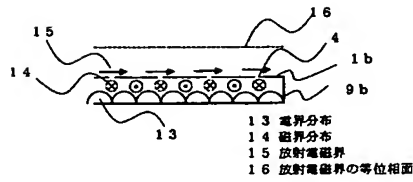
【図1】



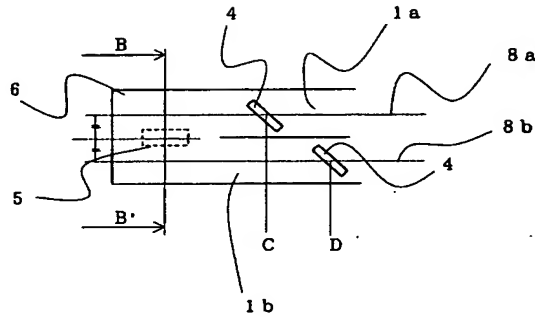
【図2】



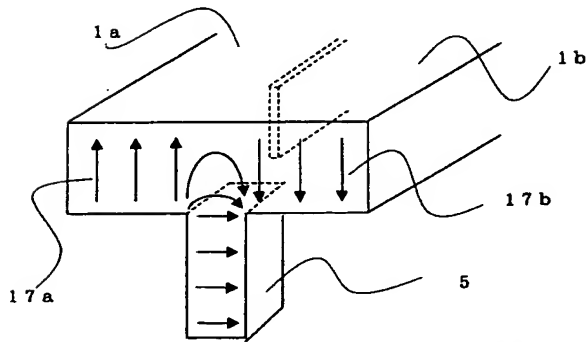
【図3】



【図4】

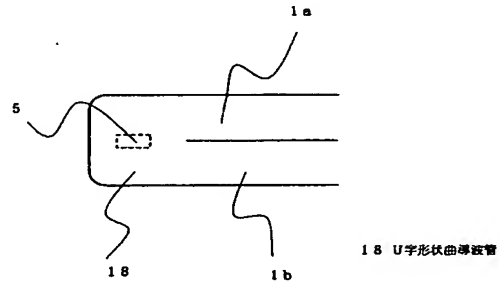


【図5】

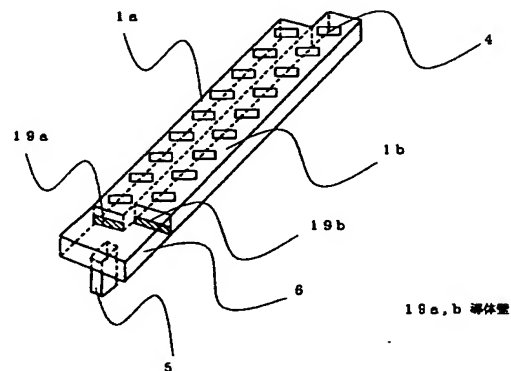


17 a, b 導波管内部の電界

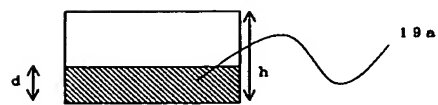
【図6】



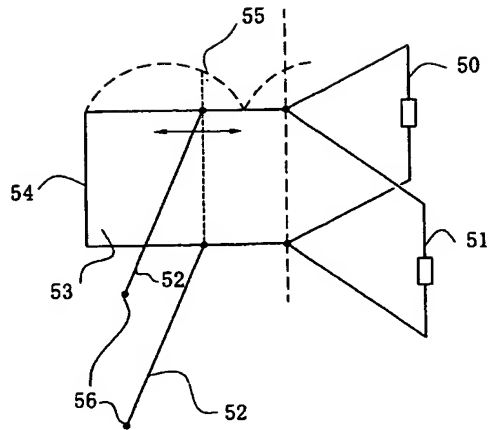
【図8】



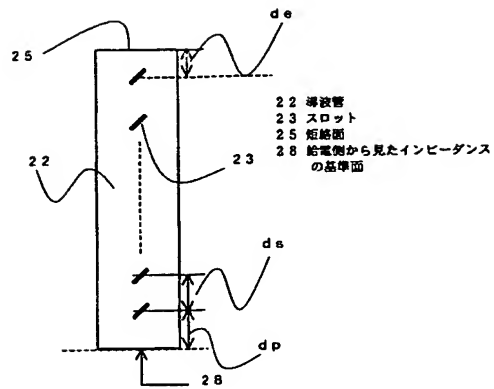
【図9】



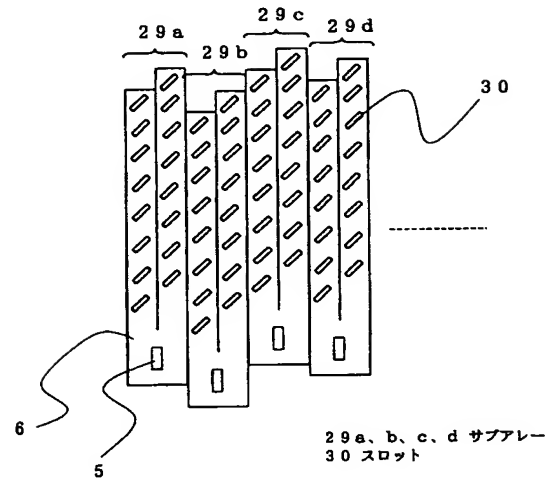
【図7】



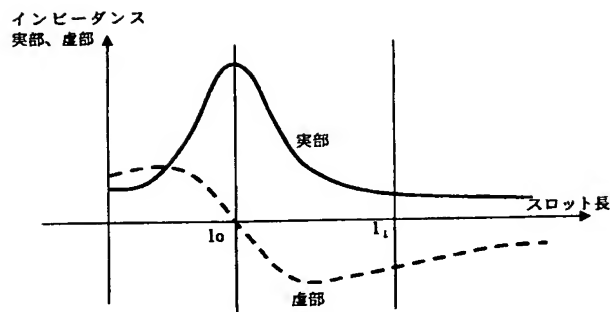
【図10】



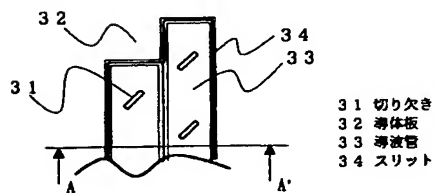
【図12】



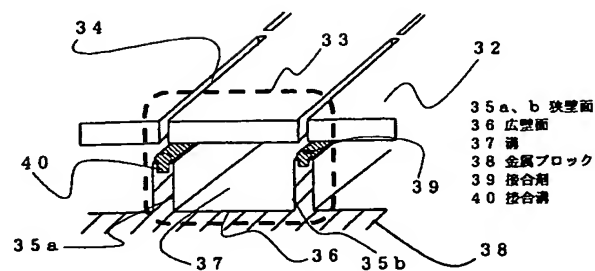
【図11】



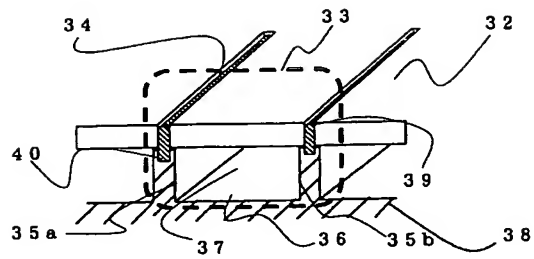
【図13】



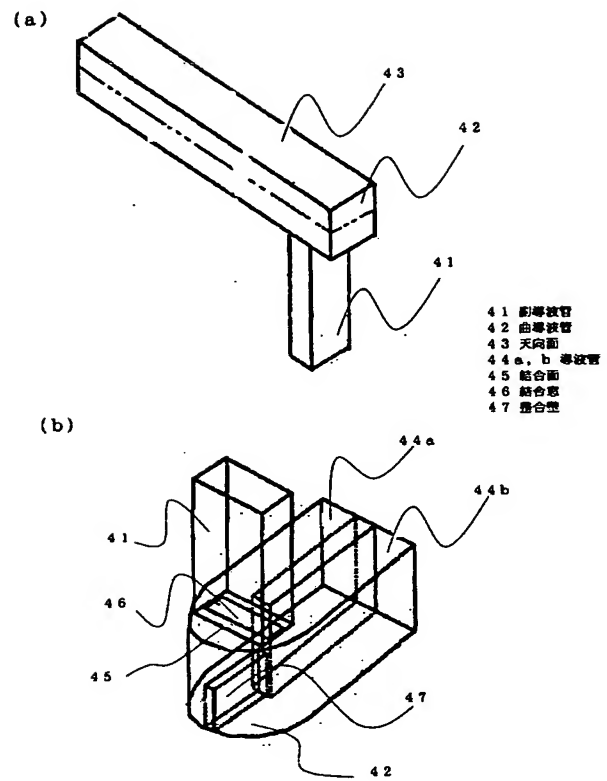
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J021 AA07 AA09 AB05 CA02
5J045 AA06 AB06 BA02 DA04 EA06
FA04 GA03 HA01 LA01 MA04